

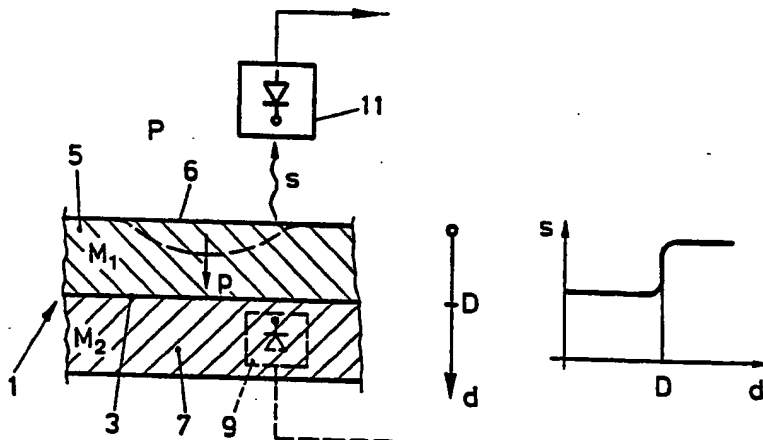
PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 5 : H01J 37/34	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 90/10947 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 20. September 1990 (20.09.90)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/CH90/00073 (22) Internationales Anmeldedatum: 15. März 1990 (15.03.90) (30) Prioritätsdaten: 324,210 15. März 1989 (15.03.89) US (71) Anmelder: BALZERS AKTIENGESELLSCHAFT [LI/LI]; FL-9496 Balzers (LI). (72) Erfinder: WEGMANN, Urs ; Saschela, CH-9479 Oberschan (CH). (74) Anwalt: DR. TROESCH AG; Walchestrasse 19, CH-8035 Zürich (CH). (81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent). </div> <div style="width: 50%; vertical-align: top;"> Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> </div> </div>		

(54) Title: PROCESS FOR DETECTING THE ATTAINMENT OF A PREDETERMINED DEPTH IN TARGET BODY EROSION AND TARGET BODY THEREFOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR DETEKTION DES ERREICHENS EINER VORGEGBAREN TIEFE DER TARGETKÖRPEREROSION SOWIE TARGETKÖRPER HIERFÜR



(57) Abstract

In order to indicate when erosion of a target body (1) to be sputtered in a cathode sputtering process has reached a given depth (D), discontinuity sites formed by primary material to be sputtered (M₁) and indication material (M₂) are provided. Measurement signals are generated by a measurement transducer (11) which measures a quantity (s) which is propagated through the processing atmosphere (P) or through electric power supplies.

(57) Zusammenfassung

Um an einem Targetkörper (1), der in einem Kathodenzerstäubungsprozess zerstäubt wird, anzuzeigen, wenn die Erosion eine bestimmte Tiefe (D) erreicht hat, wird am Targetkörper eine durch primär zu zerstäubendes Material (M₁) und Indikationsmaterial (M₂) gebildete Unstetigkeitsstelle vorgesehen. Als Messsignal wird mit dem Messwandler (11) eine Grösse (s) gemessen, die sich durch die Prozessatmosphäre (P) oder elektrische Speisungen ausbreitet.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	ES	Spanien	ML	Mali
AU	Australien	FI	Finnland	MR	Mauritanien
BB	Barbados	FR	Frankreich	MW	Malawi
BE	Belgien	GA	Gabon	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BJ	Benin	IT	Italien	SD	Sudan
BR	Brasilien	JP	Japan	SE	Schweden
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SU	Sowjet Union
CG	Kongo	LJ	Liechtenstein	TD	Tschad
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		

- 1 -

Verfahren zur Detektion des Erreichens einer vorgebbaren Tiefe der Targetkörpererosion sowie Targetkörper hierfür

Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren zur Detektion des Erreichens einer vorgebbaren Tiefe der Erosion an einem Targetkörper bei einem Kathodenzerstäubungsprozess, bei dem im oder am Targetkörper, in vorgegebener Tiefe, eine Material-Unstetigkeitsstelle vorgesehen wird, wodurch, wenn die Erosion die Tiefe erreicht, eine signifikante Änderung einer physikalischen Grösse an der Stelle bewirkt wird, bei dem weiter von der Stelle zu einem Messwandler eine Übertragungsstrecke vorgesehen ist für die physikalische Grösse und mit dem Messwandler eine dieser Grösse mindestens entsprechende Grösse verfolgt wird und Auftreten der signifikanten Änderung detektiert wird.

Im weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Unterbruch eines Kathodenzerstäubungsprozesses, wenn die Erosion eines Targetkörpers eine vorgegebene Tiefe erreicht, sowie Targetkörper, Verfahren zu deren Herstellung und Kathodenzerstäubungsanlagen, die nach dem genannten Verfahren arbeiten bzw. einen der erwähnten Targetkörper aufweisen.

Kathodenzerstäuben ist ein verbreitetes Verfahren zur Herstellung dünner Schichten. Das erwünschte Beschichtungsmaterial wird durch Ionenbeschuss eines erwünschten Quellenmaterials, das Targetmaterial, zerstäubt. Die hierfür benötigten Ionen werden mit-

tels einer Gasentladung erzeugt, indem, bezüglich einer Anode, an eine Kathode negatives Potential gelegt wird, womit die Ionen zur Kathode hin beschleunigt werden. Der Targetkörper wird dabei üblicherweise auf kathodisches Potential gelegt oder, z.B. dielektrisches Material, im Bereich der Kathode angeordnet.

Dabei ist es bekannt, die Gasentladung sowohl als DC-Entladung wie auch als AC-Entladung zu realisieren. Ebenso sind sog. reaktive Zerstäubungsprozesse bekannt, bei denen zusätzlich für die Schichtbildung an einem Substrat das chemische Reagieren eines Gases ausgenutzt wird.

Bei all diesen Zerstäubungsprozessen ist es weiter bekannt, den Wirkungsgrad und damit die Zerstäubungsrate durch Anlegen von Magnetfeldern, insbesondere im Targetkörperbereich, zu erhöhen. Solche Verfahren sind unter dem Begriff Magnetron-Kathodenzerstäuben bekannt.

Bei all diesen Verfahren wird im Zuge des Zerstäubungsprozesses der Targetkörper erodiert. Nachdem die Erosionstiefe des Targetkörpers einen vorgegebenen Maximalwert erreicht hat, muss der Zerstäubungsprozess unterbrochen werden und der erodierte Targetkörper ersetzt werden. Der Targetkörper wird während des Prozesses intensiv gekühlt. Hierzu sind grundsätzlich zwei Vorgehensweisen bekannt.

Bei der direkten Kühlung wird die dem Prozessraum abgekehrte Seite des Targetkörpers durch ein Kühlmedium, damit in direktem Kontakt, gekühlt. Bei der indi-

rekten Methode hingegen wird der Targetkörper auf eine Kühlplatte gespannt, durch welche, in Kühlkanälen, ein Kühlmedium getrieben wird.

Falls nun der Zerstäubungsprozess bei zunehmender Targetkörpererosion nicht rechtzeitig abgebrochen wird, wird, im einen Fall, direkt Kühlmedium in die Prozesskammer freigesetzt, im anderen Fall wird die Kühlplatte mit dem Kühlmediumleitungssystem beschädigt. In Anbetracht der teilweise hohen Reinheitsanforderungen bei der Dünnschichtherstellung würde dabei zusätzlich die Prozesskammer, sei dies durch Kühlmedium, sei dies durch Material der Kühlplatte, verunreinigt und die momentan in Arbeit stehende Beschichtung unbrauchbar gemacht. Ersteres würde eine intensive Reinigung der Kammer vor Aufnahme eines nächsten Zerstäubungsprozesses notwendig machen, mit langen Stillstandszeiten der Anlage.

Auf der anderen Seite ist es wesentlich, den Targetkörper möglichst gut ausnützen zu können, bevor er ersetzt wird, da vielfach als Targetmaterial kostspielige Materialien eingesetzt werden, wie Silber, Gold, Platin oder Palladium. Deshalb muss der Detektion mindestens einer erreichten Erosionstiefe im Targetkörper hohe Wichtigkeit zugeschrieben werden, ebenso da dadurch die Betriebssicherheit der Anlage erhöht wird, ebenso die Ausnützbarkeit des Targetkörpers, womit die Oekonomie derartiger Zerstäubungsprozesse wesentlich erhöht wird.

Dabei ist es weiter oft wesentlich, bei der Organisation derartiger Zerstäubungsprozesse nicht nur zu

wissen, wann der Targetkörper durcherodiert sein wird, sondern auch, wann die Erosion vorgegebene Tiefen erreicht. Damit kann vorab geplant werden, ob ein neuer Zerstäubungsprozess mit dem gleichen Targetmaterial gestartet werden kann bzw. wann an einer Anlage der Targetkörper ersetzt werden muss, womit insbesondere bei Betrieb mehrerer Anlagen die Produktionsplanung optimalisiert werden kann.

Eine bekannte Technik, sich Information über die Erosionstiefe am Targetkörper zu verschaffen, besteht im Messen der elektrischen Prozessenergie, welche bis zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgewendet worden ist. Ist ein vorgegebener Wert erreicht, so wird der Prozess abgebrochen. Da aber die Erosionsrate und damit -tiefe von vielen Parametern nebst der erwähnten elektrischen Prozessenergie abhängt, wie von den Eigenschaften des Targetmaterials, den Dimensionen des Targetkörpers, dem Prozessdruck, dem Prozessgas, der Targetkühlung, der Auslegung der Kammer sowie von der elektrischen Energiedichte der Gasentladung, wird mit diesem Vorgehen, einem indirekten Ansatz, lediglich eine abschätzungsweise Ermittlung der momentanen Erosionstiefe bzw. der verbleibenden Stärke des Targetmaterials am Targetkörper möglich.

Vorgängig zu einem solchen Vorgehen muss eine Kalibrierung vorgenommen werden, um die erwähnten Energiewerte den jeweiligen Targeterosionstiefen zuzuordnen. Genauigkeit und Zuverlässigkeit dieser Methoden sind gering, womit aus Sicherheitsgründen der Prozess eher zu häufig stillgesetzt wird, um ein Durcherodieren des Targetkörpers auf jeden Fall zu verhindern,

- 5 -

was sich wiederum auf die Prozessökonomie, sei dies aufgrund von häufigen Stillstandszeiten, sei dies aufgrund schlechter Ausnützung des Targetmaterials, negativ auswirkt.

Bei anderen bekannten Vorgehensweisen wird eine physikalische Grösse während der Erosion des Targetkörpers überwacht, welche mit zunehmender Erosion sich mehr oder weniger stetig ändert.

Ein typisches Beispiel einer derartigen physikalischen Grösse ist die Temperatur des Targetkörpers oder am Targetkörper, beispielsweise an der der zerstäubten Fläche abgekehrten Körperseite gemessen, welche mit zunehmender Erosionstiefe zunimmt. Auch hier müssen aber vorgängig in einem Kalibrierprozess Zuordnungskurven ermittelt werden, welche bestimmte Temperaturwerte bestimmten Erosionstiefen zuordnen, aufgrund unterschiedlicher Wärmeleitungsverhalten insbesondere unterschiedlicher Targetmaterialien und unterschiedlicher Targetkörperdimensionen für jeden so unterschiedlichen Fall mindestens eine.

Diese Kalibrierprozesse sind ausserordentlich zeitaufwendig, indem die Erosionstiefen gemessen werden müssen und den jeweiligen herrschenden Temperaturwerten zugeordnet werden müssen. Dabei resultieren im wesentlichen stetige Abhängigkeitskurven, indem die Temperatur im Targetkörper, im Bereich der stärksten Erosion im wesentlichen stetig mit zunehmender Erosionstiefe zunimmt.

Die Temperatur/Erosionstiefenzuordnung ist auch bei

jeder Aenderung der Kühlverhältnisse anders.

Derartige Temperaturmesstechniken am Targetmaterial sind beispielsweise in der US-A-4 324 631 und der US-A-4 407 708 dargestellt. Entsprechend der US-A-4 407 708 ist an der Grundseite des Targetkörpers hierfür ein Temperatursensor vorgesehen. Damit wird die Temperatur gemessen, welche im wesentlichen stetig mit zunehmender Erosionstiefe zunimmt.

Nähert sich dabei die Erosion dem vorgesehenen Temperatursensor, so nimmt die Temperatur - bei gleichbleibender Erosionsrate - rascher zu. Eine solche raschere Zunahme des Temperaturverlaufes wird als Indikation dafür verwendet, dass der Targetkörper bald durcherodiert sein wird. Eine exakte Ermittlung der verbleibenden Targetmaterialdicke ist mit diesem Verfahren nicht möglich, insbesondere auch dann nicht, wenn im Sensorbereich die Erosionsrate in der Zeit nicht konstant ist.

Im weiteren ist es bekannt, Information über die Erosionstiefe des Targetkörpers durch Messen der Zerstäubungsspannung gemäss dem CH-A-657 382 vorzunehmen oder, im Falle ferromagnetischer Targetmaterialien, durch Messen der magnetischen Induktion unterhalb des Targetkörpers mittels Hallsonden, gemäss der GB-A-2 144 772, oder durch Messung der Induktion eines magnetischen Streufeldes gemäss der DE-A-34 25 659. In Fällen nicht magnetischer Targetmaterialien ist auch hierfür das Messen der Plasmaimpedanz oder der Plasmaspannung gemäss einem weiteren Vorschlag aus der DE-A-34 25 659 bekannt.

- 7 -

All diese Vorgehen stellen auch indirekt Messungen dar und erfordern ebenfalls teilweise ausserordentlich grosse Aufwendungen, um das Messverfahren zu kalibrieren, damit halbwegs genaue Aussagen möglich werden. Diese Vorgehen sind somit grundsätzlich dahingehend nachteilig, als dass eine grosse Unsicherheit bezüglich der Aussagekraft der Messresultate besteht, die in industriellen Prozessen, und speziell bei automatisierten Prozessen, nicht tolerabel ist.

Nun ist es aus der US-A-4 374 722 bekannt, hinter dem Targetkörper eine mit Helium unter Druck gefüllte Kammer vorzusehen, so dass, sobald der Targetkörper durcherodiert ist, das Helium in den Prozessraum entweicht. An der Heliumdruckkammer ist, über eine Verbindungsleitung als Uebertrager, ein Drucksensor als Messwandler angeschlossen, der den Druckabfall in der erwähnten Kammer registriert und den Zerstäubungsprozess unterbricht. Hier ist eine exakte Zuordnung zwischen Messgrösse und Zeitpunkt der Durcherosion realisiert.

Die DE-A-36 30 737 geht grundsätzlich denselben Weg und schlägt vor, im Targetkörper eine gasgefüllte Kammer vorzusehen, und registriert über eine Signalleitung aus der gasgefüllten Kammer im Targetkörper, als Uebertrager, und einen daran angeschlossenen Sensor, als Messwandler, eine Druckabnahme in dieser Kammer, sobald die Erosion in die Kammer durchbricht.

Bei beiden letzterwähnten Vorgehensweisen wird am oder im Targetkörper eine Material-Unstetigkeitsstelle vorgesehen, wodurch, wenn die Erosion die Tiefe

erreicht, eine signifikante Aenderung des Druckes in der im Targetkörper oder am Targetkörper vorgesehenen Gaskammer bewirkt wird, als signifikante Aenderung einer physikalischen Grösse an der erwähnten Unstetigkeitsstelle. Von dieser Stelle zu dem Messwandler ist eine Uebertragungsleitung für diese physikalische Grösse vorgesehen.

In der DE-OS-37 24 937 wird ein Vorgehen, das prinzipiell gleich den letztgenannten ist, vorgeschlagen. Allerdings wird hier keine Druckgaskammer vorgesehen, sondern es wird im oder am Targetkörper an der Stelle, an der die grösste Erosion des Körpers auftritt, eine Sensoranordnung vorgesehen, die das Durchbrechen des Targetkörpers registriert. Die Unstetigkeitsstelle wird auch hier durch eine Schnittstelle zwischen Targetmaterial und einem Hohlraum gebildet.

Die vorliegende Erfindung geht von Verfahren letztgenannter Art aus. Diese haben den Nachteil, dass sie in der Konstruktion aufwendige Massnahmen bedingen bzw. im Betrieb. Gemäss der US-A-4 374 722 muss vor jeder Neuaufnahme des Prozessbetriebes die Kammer heliumgeladen werden. Zudem muss eine diskrete Signalleitung in Form der Druckleitung zwischen Drucksensor und Unstetigkeitsstelle bzw. Gaskammer vorgesehen werden, was den Konstruktionsaufwand für eine entsprechend betriebene Anlage erhöht.

Bei Vorgehen gemäss der DE-A-36 30 737 wie auch gemäss der DE-OS-37 24 937 müssen am Targetkörper oder gegebenenfalls an seiner Kühlunterlage Vorkehrungen, nämlich Ausnehmungen für Sensoren oder Kanäle zur

Gasdruckkammer und zur Herausführung der überwachten physikalischen Druckgrösse zu einem Messwandler, vorgesehen werden, was bedingt, dass man bei der Targetkörperherstellung und/oder gegebenenfalls der Auslegung der Kühlunterlage berücksichtigen muss, welche Art Sensoren bzw. wo mit der höchsten Erosionstiefe zu rechnen ist, um entsprechend die erwähnten Vorkehrungen zu treffen.

Die vorliegende Erfindung bezweckt, ausgehend von den obgenannten Verfahren, unter einem ersten Aspekt ein Verfahren zu schaffen, bei dem für die Uebertragung bzw. Erfassung der mit dem Messwandler verfolgten physikalischen Grösse am Targetkörper oder dessen Unterlage keine hierfür spezifischen Massnahmen getroffen werden müssen.

Dies wird bei Ausbildung eines Verfahrens eingangs genannter Art nach dem Wortlaut von Anspruch 1 erreicht.

Indem nämlich die physikalische Grösse, die, wenn die Erosion des Targetkörpers die Unstetigkeitsstelle erreicht, signifikant ändert, einerseits von der Unstetigkeitsstelle zum Messwandler als dieselbe physikalische Grösse - z.B. Druckänderung an der Unstetigkeitsstelle wird als Druckänderung übertragen - oder in eine andere - z.B. Druckänderung an der Unstetigkeitsstelle wird als Plasmaimpedanzänderung an den Messwandler übertragen - ohne diskrete Signalleitung hierfür übertragen wird, und anderseits der Messwandler, im wesentlichen unabhängig von der Lokalisation (dem Ort) der Unstetigkeitsstelle im oder am Target-

- 10 -

körper, angeordnet wird, ergibt sich eine hohe Flexibilität für das Anordnen des Messwandlers und dass am Targetkörper oder dessen Unterlage keine Installationen vorgesehen werden müssen.

Es müssen keinerlei Signalleitungen in oder an den Targetkörper geführt werden, und es kann der Messwandler an ausgewählter, optimaler Stelle an Prozesskammer, Substrat, elektrischer Speisung angeordnet werden.

Wie vorgängig erwähnt wurde, zeigen weiter die US-A-4 374 722, die DE-A-36 30 737 und die DE-OS-37 24 937 Indikations-Unstetigkeitsstellen im oder am Targetkörper, welche durch einen Festkörper/Gasübergang gebildet sind. In manchen Fällen wäre es aber erwünscht, einen in sich geschlossenen Targetkörper vorsehen zu können, der die Indikations-Unstetigkeitsstelle beinhaltet und konstruktiv einfach ist, was mit eigens hierfür vorgesehenen Gaskammern, sei dies im Targetkörper selbst, sei dies unmittelbar an ihn anschliessend, nicht möglich ist.

Dies wird, ausgehend von Verfahren eingangs genannter Art, bei deren Ausbildung nach dem Wortlaut von Anspruch 2 erreicht, d.h. indem die Indikations-Unstetigkeitsstelle im Targetkörper durch eine Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle erstellt wird. Damit kann der Targetkörper mit der Indikationsstelle vorab einfach gefertigt werden.

Bevorzugterweise werden die in Anspruch 1 und 2 spezifizierten je erfindungsgemässen Massnahmen gemäss

- 11 -

Anspruch 3 kombiniert eingesetzt.

Bei Vorsehen einer Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle wird weiter vorgeschlagen, nach dem Wortlaut von Anspruch 4 vorzugehen, dann, wenn die Erosion die vorgegebene Tiefe erreicht, die laufende Beschichtung nicht in unzulässigem Masse zu stören.

Es ist bekannt, dass häufig zusätzlich zum primär zu zerstäubenden Material ein zusätzliches Aufbringen von Kupfer auf das Substrat erwünscht ist, womit dann Kupfer als das erwähnte zusätzliche Material eingesetzt werden kann.

Beim ersterwähnten, erfindungsgemässen Komplex, d.h. kein Vorsehen von Signalleitungen zur Unstetigkeitsstelle hin bzw. ohne Vorsehen von Einbaumassnahmen für Messwandler im Unstetigkeitsstellenbereich, kann es in gewissen Fällen sehr wohl erwünscht sein, in oder am Targetkörper die Unstetigkeitsstelle weiterhin durch einen Festkörper/Gas-Uebergang zu bilden.

Als physikalische Grösse, welche durch den Messwandler verfolgt wird, werden bevorzugterweise Grössen der Prozessatmosphäre eingesetzt, wie deren Gaszusammensetzung, deren Druck, elektrische Ladung, optische Strahlung und/oder eine elektrische Prozessbetriebsgrösse, wie die Plasmaimpedanz etc. Im weiteren wird die durch den Messwandler registrierte Grösse Messgrösse genannt. Aufgrund welcher physikalischer Aenderung an der Unstetigkeitsstelle sie sich ändert, ist eigentlich bedeutungslos, sofern sie sich dann signifikant ändert, wenn die Erosion die Indikations-

Unstetigkeitsstelle erreicht.

Mit dem Messwandler wird, wie erwähnt wurde, eine signifikante Änderung der Messgrösse registriert als Indikation, dass die Erosion die Unstetigkeitsstelle im Targetkörper erreicht hat und mithin die ihr exakt zugeordnete Tiefe. Obwohl dies durchaus mit statisch arbeitenden Komparatoren realisierbar ist, wird in einer bevorzugten Ausführungsvariante vorgeschlagen, gemäss Anspruch 7 vorzugehen.

Eine weitere Ausführungsvariante besteht darin, die Messgrösse gemäss Wortlaut von Anspruch 8 am Substrat zu verfolgen.

Wenn nicht nur das Erreichen einer maximal zulässigen Erosionstiefe am Targetkörper detektiert werden soll, sondern grundsätzlich, wie beispielsweise, um die Einsatzplanung mehrerer Zerstäubungsanlagen zu optimieren, die momentane Erosionstiefe jeweils interessiert, so wird vorgeschlagen, nach dem Wortlaut von Anspruch 9 vorzugehen, oder auch dann, wenn z.B. Unsicherheit besteht bezüglich des Ortes des Auftretens der höchsten Erosionstiefen.

Wie bereits erwähnt wurde, ergibt das Vorgehen nach Anspruch 10 eine Unstetigkeitsstelle, deren Zweitmaterial in vielen Fällen am Substrat erwünscht ist.

Eine einfache Herstellung des Targetkörpers mit Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle ergibt sich bei Vorgehen nach dem Anspruch 12.

Aus der Prozesskammer ist es durchaus möglich, zu detektieren, wenn das zerstäubte Targetmaterial seine Farbe ändert. Dies insbesondere, wenn vorbekannt ist, wo etwa die Partien höchster Erosion liegen. Dann kann mit einem optischen Detektor als Messwandler die Farbe in einem bestimmten Targetbereich überwacht werden.

Dann wird die Indikations-Unstetigkeitsstelle bei Vorgehen gemäss Wortlaut von Anspruch 13 detektiert.

Hierzu eignen sich Materialien gemäss Wortlaut von Anspruch 14 besonders gut.

Vorgehen nach Anspruch 15 ergibt, bei Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstellen, einen geringen Fertigungsaufwand für die Targetkörper mit Indikator. Je nach Festkörper/Festkörpermaterialpaarungen wird aber auch vorgeschlagen, die Unstetigkeitsstellen nach dem Wortlaut von Anspruch 16 zu bilden.

Angeichts der Tatsache, dass in vielen Fällen letztendlich die Information bezüglich Erosionstiefe dazu verwendet wird, den Prozess in obgenanntem Sinne rationell stillzusetzen, geht Anspruch 19 einen weiteren Schritt in der Vereinfachung eines solchen Vorgehens, indem, gemäss seinem Wortlaut, vorgeschlagen wird, in vorgegebener Tiefe eines Targetkörpers ein Material vorzusehen, bei dessen Freisetzung der Zerstäubungsprozess abgebrochen wird, und zwar ohne dass hierzu Messwandler vorgesehen werden müssten.

Dies kann bevorzugterweise nach dem Wortlaut von An-

spruch 20 ausgeführt werden bzw. dem Wortlaut von Anspruch 21, indem in vorgegebener Erosionstiefe des Targetkörpers ein Fremdgas, wie CO_2 oder eine entsprechende Menge Helium, freigesetzt wird, so dass der Entladungsprozess selbsttätig abgebrochen wird, ohne dass hierzu eine Detektion und entsprechende Abschaltung notwendig wäre und ohne dass Prozessraum und Substratbeschichtung unzulässig kontaminiert würden. So kann beispielsweise in einem Targetkörper ein solches Fremdgas mit relativ hohem Druck gekapselt sein, welches, freigesetzt und angesichts der üblicherweise tiefen Prozessdrücke, die Prozessbedingungen derart stört, dass die Entladung abbricht.

Ein erfindungsgemässer Targetkörper für einen Kathodenzerstäubungsprozess ist nach dem Wortlaut von Anspruch 22 ausgebildet, womit erreicht wird, dass seine Fertigung wesentlich vereinfacht wird, indem beispielsweise keine elektrischen oder optischen Signalleitungen bzw. Druckleitungen in eigens dafür vorgesehenen Ausnehmungen durch den Targetkörper hin zur Unstetigkeitsstelle geführt sind.

Ein weiterer erfindungsgemässer Targetkörper zeichnet sich nach dem Wortlaut von Anspruch 23 aus, was grundsätzlich eine einfache Fertigung derartiger Körper ergibt. Bevorzugterweise wird der erfindungsgemässe Targetkörper mit der Merkmalskombination der Ansprüche 22 und 23 nach dem Wortlaut von Anspruch 24 realisiert.

Bevorzugte Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Targetkörper sind in den Ansprüchen 25 bis 32

- 15 -

spezifiziert.

Ein besonders einfaches Herstellungsverfahren für Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstellen ist in Anspruch 33 definiert.

Zum Herstellen eines Targetkörpers mit "automatischer" Zerstäubungsprozessabschaltung in vorgegebener Tiefe zeichnet sich nach dem Wortlaut von Anspruch 34 aus, wobei, bei der Herstellung, das Gas bevorzugterweise gefroren eingesetzt wird, was zu einer bedeutenden Handhabungsvereinfachung führt.

Durch Einsatz des erfindungsgemässen Verfahrens bzw. der erfindungsgemässen Targetkörper an einer Kathodenzerstäubungsanlage wird die ganze Anlage wesentlich rationeller betreibbar und weist kürzere Stillstandszeiten auf.

Die Erfindung wird anschliessend beispielsweise anhand von Figuren erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen Ausschnitt aus einem erfindungsgemäss eingesetzten, erfindungsgemässen Targetkörper, mit Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle,

Fig. 2 in schematischer, perspektivischer Darstellung eine weitere Ausführungsvariante des Targetkörpers nach Fig. 1,

- Fig. 3 in Darstellung analog zu Fig. 2 eine weitere Ausführungsvariante des Targetkörpers,
- Fig. 4 schematisch eine weitere Detektionsmöglichkeit des Erreichens der Indikations-Unstetigkeitsstelle an einem Targetkörper nach Fig. 2,
- Fig. 5 schematisch in Aufsicht ein kreisförmiger Targetkörper, aufgebaut analog demjenigen von Fig. 2,
- Fig. 6 schematisch den Targetkörper nach Fig. 5, aber im wesentlichen rechteckförmig,
- Fig. 7 schematisch einen Schnitt durch einen weiteren Targetkörper mit dielektrischer Indikations-Einlage,
- Fig. 8 schematisch einen Schnitt durch einen Teil eines weiteren erfindungsgemässen Targetkörpers mit Gaskapsel,
- Fig. 9 ein Blockschaltbild einer Messsignalauswertung.

Die Erfindung, wie nachfolgend und eingangs beschrieben, bezieht sich auf DC- und AC- bzw. HF-Kathodenzerstäubungsprozesse einschliesslich Magnetronzerstäubungsprozesse und reaktive Zerstäubungsprozesse.

Gemäss Fig. 1 umfasst ein schematisch dargestellter Targetkörper 1 eine Materialunstetigkeitsstelle 3,

- 17 -

gebildet durch die im Einsatz dem Prozessraum P zugewandte Nutzplatte 5 mit Neufläche 6, aus dem primär zu zerstäubenden Targetmaterial M_1 und einem darunter liegenden Indikator-Festkörper 7. Das Material M_2 des Indikator-Festkörpers 7 ist bezüglich des primär zu zerstäubenden Materials M_1 der Platte 5 unterschiedlich. Gestrichelt ist qualitativ ein Erosionsprofil dargestellt, wie es sich beim Kathodenzerstäuben des Targetkörpers 1 präsentiert.

Das Erosionsprofil schreitet in der mit dem Pfeil p angedeuteten Richtung im Zuge des Zerstäubungsprozesses vor, hin gegen die Indikations-Unstetigkeitsstelle 3. Wenn die Erosion die Unstetigkeitsstelle 3, gebildet durch den Festkörper/Festkörper-Uebergang, erreicht, ändern sich die Eigenschaften des momentan in den Prozessraum P, worin die Entladung in bekannter Art und Weise aufrechterhalten wird, freigelegten Materials. Dies bewirkt grundsätzlich eine abrupte Aenderung mindestens einer physikalischen Grösse. Erfindungsgemäss interessieren aber nicht in erster Linie die sich bei Durchtreten von M_1 nach M_2 ändernden Materialeigenschaften, sondern dadurch kausal bewirkte Aenderungen einer Messgrösse als Grösse, die einfach messbar ist. So ändert sich z.B. bei Uebertritt von M_1 nach M_2 die Gitterstruktur des Materials, die aber durch die Aenderung z.B. der Zerstäubungsrate als Messgrösse erfasst wird. Als solche Messgrössen lassen sich aufführen:

Fotometrische Grössen im Reaktionsraum P; Anzahl und Dichte elektrisch geladener Partikel im Prozessraum P; Druck oder Partialdruck im Prozessraum P; Spektrum

des von der Targetoberfläche oder von der Gasentladung emittierten Lichtes; Entladungsimpedanz, Entladungsspannung, Abscheidung an einem (nicht dargestellten) Substrat etc.

Für die jeweils zur Auswertung gewählte Messgrösse ist bezüglich des Targetkörpers 1 mit Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle 3 entweder am oder im Targetkörper 1, wie bei 9 gestrichelt dargestellt, aber bevorzugterweise losgelöst vom Targetkörper 1, ein Messwandler 11 vorgesehen, der die schematisch mit s dargestellte Messgrösse registriert. Erreicht die Erosion die Unstetigkeitsstelle 3, so erfährt die Messgrösse s eine sprunghafte Änderung, wie dies in Fig. 1 rechts qualitativ dargestellt ist.

Wenn man die signaltechnische Uebertragung darstellt, so wird bei Uebertritt der Erosion von M_1 in M_2 mindestens eine Materialeigenschaft, generell mit e bezeichnet, geändert; zum vorgesehenen Messwandler 11, der die Messgrösse s aufnimmt, besteht eine Uebertragungsstrecke F, grundsätzlich der Art, dass z.B. gilt:

$$s = F \cdot e$$

Die Strecke F kann z.B. der Prozessraum sein, der elektrische Entladungsstromkreis etc.

Das Erreichen der Unstetigkeitsstelle 3 wird bevorzugterweise im Prozessraum oder an einem hier nicht dargestellten beschichteten Substrat erfasst werden, welches in bekannter Art und Weise durch den Katho-

denzerstäubungsprozess beschichtet wird. Dort wird z.B. detektiert, wenn ein vom Primärmaterial M_1 abweichendes Indikatormaterial M_2 aufgetragen wird. Die für die Messung der Messgrösse s vorgesehenen Messwandler sind bekannt und werden im Rahmen der vorliegenden Erfindung nicht weiter beschrieben.

Das anhand von Fig. 1 dargestellte Prinzip, wonach am Targetkörper 1, integral, mindestens eine Festkörper Festkörper-Unstetigkeitsstelle als Erosionstiefenindikator geschaffen wird, hat den wesentlichen Vorteil, unabhängig von der Technik, die angewandt wird, das Erreichen der genannten Unstetigkeitsstelle zu registrieren, dass der Targetkörper mit der Indikations-Unstetigkeitsstelle als ein Bauteil bereitgestellt werden kann.

Die Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle 3 kann, wie in Fig. 1 dargestellt, durch aneinanderliegende plattenförmige Strukturen des primär zu zerstäubenden Targetmaterials M_1 und eines Indikationsmaterials M_2 realisiert sein. M_2 kann dabei ein Material sein, welches gewollt als Sekundärmaterial auch zu zerstäuben bzw. am Substrat abzulegen ist, wie beispielsweise Cu.

Eine weitere Ausführungsvariante der Indikations-Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle ist in Fig. 2 dargestellt. Hier ist in vorgegebener Tiefe D unter der Neufläche 6 des Targetkörpers 1 in Form von Drähten oder Bändern 13 das die Unstetigkeitsstellen bildende Indikationsmaterial M_2 eingelegt.

In Fig. 3 ist als Indikationsmaterial M_2 eine folien-ähnliche Lage 15 in der zu überwachenden Tiefe D im Targetkörper 1 vorgesehen.

Als primär zu zerstäubendes Material M_1 wurde Reinaluminium oder eine auf Reinaluminiumbasis erschmolzene, binäre oder ternäre Legierung gewählt, dann als diesbezüglich die Unstetigkeitsstelle 3 bildendes Indikationsmaterial M_2 , sei dies in Plattenform gemäss Fig. 1, in Draht- oder Bandform gemäss Fig. 2 oder in Folien- bzw. Schichtform nach Fig. 3, wurde Kupfer, Gold, Messing oder Kupferbronze eingesetzt. Als M_2 kann auch ein Material, das ein Nitrit, ein Karbonitrit und/oder ein Karbid mindestens eines der Metalle aus der Gruppe Ti, Zr, Hf, V, Ta und Nb enthält, eingesetzt werden oder ein Oxyd, vorzugsweise ein Metalloxyd, wie Al_2O_3 .

Werden beispielsweise, gemäss Fig. 4, draht- oder bandförmige Einlagen 13 gemäss Fig. 2 aus einem elektrisch gut leitenden Material M_2 , wie Kupfer, in das primär zu zerstäubende Material M_1 , welches schlechter leitet, eingelegt, so kann an den Drähten oder Bändern 13 der ohmsche Widerstand gemessen werden, der, sobald diese Drähte durch die Erosion unterbrochen werden bzw. durch die Erosion dünner und dünner werden, abrupt zunimmt.

Wird anderseits beispielsweise folienartig, wie in Fig. 3 dargestellt, in das primär zu zerstäubende Material M_1 als Indikatormaterial M_2 ein sich davon optisch unterscheidendes Material, wie Kupfer, Gold, Messing oder die Kupferbronze, z.B. in Aluminium,

eingelegt, so wird dann, wenn die Erosion die Lage erreicht, dieses Material M_2 freigelegt, und es kann die nun geänderte Farbe im freigelegten Bereich im Prozessraum als Messgrösse s detektiert werden.

Das Indikationsmaterial M_1 , wie die Drähte oder Bänder 13 gemäss Fig. 2 oder die durchgehende Lage 15 gemäss Fig. 3, kann durch Vakuumaufdampfen, Kathodenzerstäuben oder eine galvanische Abscheidung auf dem primär zu zerstäubenden Material M_1 aufgebracht werden. Ein besonders einfaches Vorgehen wurde darin gefunden, das Indikationsmaterial M_2 durch Aufwalzen am primär zu zerstäubenden Material M_2 aufzubringen, so auf Aluminium oder einer auf Reinaluminiumbasis erschmolzenen, binären oder ternären Legierung, als M_1 .

Bei Ausführung der Indikations-Unstetigkeitsstellen, prinzipiell gemäss Fig. 2, wird, wie in Fig. 5 dargestellt, bei im wesentlichen kreisförmigen Targetkörpern 1 die Band- bzw. Netzstruktur im wesentlichen radial, wie bei 13a dargestellt, vorgesehen, weil die Erosionsbahn B bei derartigen Targetkörpern im wesentlichen konzentrische Kreise 17 bildet. Bei im wesentlichen rechteckförmigen Targetkörpern 1 gemäss Fig. 6 wird die Netzstruktur im wesentlichen kantenparallel geführt. In vielen Fällen reicht es aus, an derjenigen Stelle das Indikatormaterial M_2 vorzusehen, an der die stärkste Erosion auftritt.

Im Rahmen des erfindungsgemässen Vorgehens, nämlich im Targetkörper 1 zur Erosionstiefenindikation Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstellen zu bilden, ist es auch möglich, mit dem primär zu zerstäubenden Ma-

terial M_1 ein weiteres Material M_2 zu vereinen, welches, wenn freigelegt, die Entladungscharakteristik drastisch ändert.

Wird beispielsweise als primär zu zerstäubendes Material, in einem DC-Zerstäubungsprozess, als Indikationsmaterial M_2 mit dem elektrisch leitenden, primär zu zerstäubenden Material M_1 ein dielektrisches Material, beispielsweise ein Metalloxyd, wie Aluminiumoxyd, eingesetzt, so ändern sich kathodenseitig dann, wenn die Erosion das dielektrische Material erreicht, die elektrischen Verhältnisse drastisch: Nun ist im Stromkreis, gebildet durch Entladungsspeisung, Anode, Entladungsstrecke, Kathode, eine dielektrische Schicht eingeführt, worüber, wie bei einer Kapazität, ein Teil der angelegten Gleichspannung abfällt, was bei entsprechender Auslegung direkt zum Unterbruch der Entladung führen kann.

In einem solchen Falle ist das Vorsehen eines Messwandlers gar überflüssig, denn bei Erreichen der Indikations-Unstetigkeitsstelle wird der Entladungsprozess und damit der Zerstäubungsprozess selbsttätig abgebrochen.

Dieses Vorgehen ist in Fig. 7 dargestellt, wo mit 19 schematisch im Prozessraum P die Anode, mit 21 eine DC- oder AC-Speisungsquelle für die Entladung dargestellt ist. Der Targetkörper 1 weist eine dielektrische Einlage 23 auf. Dann, wenn die Erosion E die dielektrische Schicht 23, eingebettet im elektrisch leitenden Material M_1 , erreicht, wird der Strompfad 25 unterbrochen bzw. dessen Impedanz wesentlich geän-

- 23 -

dert.

Bezüglich der Substratbeschichtung kann das Indikationsmaterial M_2 so gewählt werden, dass es, wie beispielsweise in vielen Zerstäubungsprozessen Kupfer, eine gewollte zusätzliche Beschichtung am Substrat bewirkt oder dass es, wie beispielsweise ein dielektrisches Material, wie Siliziumoxyd, die Beschichtung nicht stört oder aber zu einem derart raschen Abbruch der Entladung führt, dass die durch das Indikationsmaterial bewirkte Störbeschichtung vernachlässigbar ist.

Durch das bis anhin beschriebene Vorgehen wird die Möglichkeit geschaffen, Targetkörper mit eingebauten Indikations-Unstetigkeitsstellen vorzusehen. Dabei wird der Messwandler, entweder z.B. über Signalleitungen, mit dem Targetkörper bzw. der Unstetigkeitsstelle verbunden oder er wird direkt im oder am Targetkörper vorgesehen. Bevorzugterweise wird der Messwandler, abgesetzt vom Targetkörper 1, vorzugsweise im Prozessraum, beispielsweise in Form fotometrischer Sensoren, Massenspektrometern etc., vorgesehen oder aber im Entladungsstromkreis.

Wie erwähnt wurde, ist es auch durchaus möglich, die Beschichtung am Substrat zu überwachen.

Zur Bildung der Indikations-Unstetigkeitsstelle mit dem primär zu zerstäubenden Material eignen sich in vielen Fällen auch Gase. Das Vorsehen einer Unstetigkeitsstelle zwischen primär zu zerstäubendem Material und Gas führt insbesondere dann zu konstruktiv auf-

wendigen Massnahmen, wenn, wie eingangs beschrieben wurde, mit dem das Gas enthaltenden Raum direkt ein Messwandler oder eine Messsignalleitung verbunden ist. Dies unter Berücksichtigung von Dichtungsproblemen.

Erfindungsgemäss wird, wie nachfolgend beschrieben wird, eine Möglichkeit geschaffen, trotzdem und unter Umgehung der genannten Nachteile Gas-Unstetigkeitsstellen zum primär zu zerstäubenden Material zu schaffen, indem das erfindungsgemässe Konzept eingesetzt wird, als Messgrösse eine Grösse zu wählen, die z.B. im Prozessraum oder im elektrischen Kreis der Entladungsstrecke messbar ist, d.h. unabhängig davon, wo im Targetkörper die Indikations-Unstetigkeitsstelle vorgesehen ist.

In Fig. 8 ist schematisch dieses Prinzip dargestellt. Im Targetkörper 1 werden zur Bildung der Unstetigkeitsstellen ein oder mehrere, je nach Erfordernissen mehr oder weniger ausgedehnte Gaskapseln eingebaut, die nun mit dem sie umgebenden primär zu zerstäubenden Material M_1 die erfindungsgemäss eingesetzte Indikations-Unstetigkeitsstelle 3 bilden. In solchen Gaskapseln 27 kann nun ein Gas eingebracht sein, welches den Prozess, sobald in den Prozessraum P freigesetzt, signifikant ändert. So kann beispielsweise in eine Argon-Prozessatmosphäre Helium freigesetzt werden, derart, dass Auftreten von Helium im Prozessraum detektiert wird und anzeigt, dass die Indikations-Unstetigkeitsstelle 3 erreicht wurde.

Falls erwünscht ist, bei Erosion bis auf eine Gaskapsel 27 den Prozess unmittelbar stillzusetzen, kann

beispielsweise auch ein Gas unter relativ hohem Druck gekapselt werden, wie beispielsweise CO_2 oder auch Helium, welches bei Austreten in den Prozessraum die Entladung unterbricht, ohne dass hierzu das Austreten mittels eines Messwandlers zu detektieren ist.

Zur Herstellung derartiger gasgefüllter Kapseln 27 wird bevorzugterweise das Gas in gefrorenem Zustand in die noch geöffneten Kapseln 27 eingeführt und dann der Targetkörper 1 darüber dicht geschlossen. Für diese Herstellungstechnik eignet sich beispielsweise CO_2 , das fest eingebracht werden kann und bei der nachmaligen Erwärmung, insbesondere auch während des Prozesses, in der Kapsel 27 einen hohen Druck entwickelt.

Es versteht sich von selbst, dass entweder gleiche oder selektiv unterschiedliche Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstellen oder Festkörper/Gas-Unstetigkeitsstellen tiefengestaffelt im Targetkörper vorgesehen werden können, um sukzessive das Erreichen verschiedener vorgegebener Erosionstiefen zu detektieren und um so beispielsweise die Einsatzplanung verschiedener Anlagen optimieren zu können, oder dass derartige Indikations-Unstetigkeitsstellen nur in den maximal zulässigen Erosionstiefen vorgesehen werden und dort, wo am Targetkörper 1 die höchste Erosion auftritt.

Es können auch lateral gestaffelt, d.h. seitlich voneinander getrennt, Festkörper/Festkörper oder Festkörper/Gas-Unstetigkeitsstellen vorgesehen sein.

Das Vorsehen der erfindungsgemässen Festkörper/Gas-Unstetigkeitsstellen ohne Signalleitungen zu den dazu notwendigen Gasräumen oder ohne Vorsehen von Messwandlern direkt in diesen oder an diese Gasräume, ist insbesondere dort angezeigt, wo bezüglich Reinheit der Beschichtung eines Substrates höchste Anforderungen gestellt werden. Dank der Tatsache, dass, beispielsweise gemäss Fig. 8, die Indikationsgaskapseln allseitig durch primär zu zerstäubendes Material M_1 gebildet werden, wird verhindert, dass bei Erreichen der zu überwachenden Erosionstiefe Fremdmaterial auf die Substrate abgelegt wird.

Gemäss Fig. 9 wird bevorzugterweise die mit dem Messwandler 11 erfasste Messgrösse s einer Differentiation, wie im Funktionsblock 30 dargestellt, unterworfen. Die zeitliche Ableitung des gewandelten Messsignals, U , wird an einer Komparatoreinheit 32 mit einer einstellbaren Referenzgrösse R verglichen, womit ausgangsseitig ein Signalschritt A dann austritt, wenn das Messsignal s bei der überwachten Erosionstiefe D sprunghaft ändert.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Detektion des Erreichens einer vorgebbaren Tiefe der Erosion an einem Targetkörper bei einem Kathodenzerstäubungsprozess, bei dem im oder am Targetkörper, in vorgegebener Tiefe, eine Material-Unstetigkeitsstelle vorgesehen wird, wodurch, wenn die Erosion die Tiefe erreicht, eine signifikante Änderung einer physikalischen Grösse an der Stelle bewirkt wird, bei dem weiter von der Stelle zu einem Messwandler eine Uebertragungsstrecke vorgesehen ist für die physikalische Grösse und mit dem Messwandler eine dieser Grösse mindestens entsprechende Grösse verfolgt wird und Auftreten der signifikanten Änderung detektiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die physikalische Grösse von der Unstetigkeitsstelle zu einem vom Targetkörper entfernten Messwandler ohne diskrete Signalleitung hierfür übertragen wird und der Messwandler, im wesentlichen unabhängig von der Lokalisation der Stelle im oder am Targetkörper, angeordnet wird.

2. Verfahren nach dem Oberbegriff von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch eine Festkörper/Festkörper-Unstetigkeitsstelle erstellt wird.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch primär beim Prozess zu zerstäubendes Targetmaterial einerseits und ein mit dem Prozess kompatibles

Material anderseits gebildet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch einen Festkörper/Gasübergang gebildet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als entsprechende Grösse eine Grösse der Prozessatmosphäre verfolgt wird, wie Gaszusammensetzung, Druck, elektrische Ladung, optische Strahlung und/oder eine elektrische Prozessbetriebsgrösse, wie die Plasmaimpedanz.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Messwandler die zeitliche Ableitung der Messgrösse bildet und das Auftreten einer zeitlichen Ableitung vorgegebener Grösse detektiert wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die entsprechende Grösse an einem durch den Kathodenzerstäubungsprozess beschichteten Substrat verfolgt wird, wie dessen Beschichtungsmaterial oder -rate.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass am Targetkörper, tiefengestaffelt und/oder seitlich gestaffelt, mehrere Unstetigkeitsstellen vorgesehen werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, insbesondere nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch primär zu zerstäu-

gendes Targetmaterial und Kupfer gebildet wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch primär zu zerstäubendes Material sowie ein eine mit dem Prozess vorgenommene Beschichtung an einem Substrat nur vernachlässigbar störendes, hingegen, wenn freigelegt, den Prozess änderndes Material, wie, bei leitendem Primärmaterial, ein dielektrisches Material, z.B. ein Metalloxyd, wie Aluminiumoxyd, gebildet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch mindestens eine drahtförmige, bandförmige oder folienförmige Einlage aus vom primären Targetmaterial abweichenden Material gebildet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch zwei farblich voneinander unterschiedliche Materialien gebildet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass eines der Materialien an der Unstetigkeitsstelle Kupfer, Gold, Messing oder Kupferbronze ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch Aufwalzen eines Metalls auf ein zweites gebildet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, da-

- durch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch Vakuumaufdampfen, Kathodenzerstäuben oder galvanische Abscheidung gebildet wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Unstetigkeitsstelle in maximal ausnützbarer Nutztiefe des Targetkörpers vorgesehen wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 3 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle einerseits durch primär zu zerstäubendes Material, andererseits durch ein Gas gebildet wird, bei dessen Austritt in den Prozessraum der Prozess signifikant geändert wird.
19. Verfahren zum Unterbruch eines Kathodenzerstäubungsprozesses, wenn die Erosion eines Targetkörpers eine vorgegebene Tiefe erreicht, dadurch gekennzeichnet, dass im Targetkörper in der vorgegebenen Tiefe ein Material so vorgesehen wird, dass durch dessen Freisetzung in den Prozessraum der Kathodenzerstäubungsprozess selbsttätig abgebrochen wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass als Material ein Prozessfremdgas vorgesehen wird.
21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass als Prozessfremdgas CO_2 oder Helium vorgesehen wird.
22. Targetkörper für einen Kathodenzerstäubungspro-

zess, bei dem primär ein Material zu zerstäuben ist, an dem in vorgegebener Tiefe unter der Zerstäubungs-Neufläche eine Materialunstetigkeitsstelle vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass von der Körperberandung keine diskrete, vom Umgebungsmaterial unterschiedliche Signalleitung zur Unstetigkeitsstelle hin vorgesehen ist.

23. Targetkörper nach dem Oberbegriff von Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch zwei aneinanderliegende Festkörper unterschiedlichen Materials gebildet ist.

24. Targetkörper nach den Ansprüchen 22 und 23.

25. Targetkörper nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch ein im Körper gekapseltes Gas gebildet ist, wie CO_2 oder Helium, gegebenenfalls in gefrorenem Zustand.

26. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das primär zu zerstäubende Material Reinaluminium oder eine auf Reinaluminiumbasis erschmolzene, binäre oder ternäre Legierung ist.

27. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass, zur Bildung der Material-Unstetigkeitsstelle, im oder am Targetkörper ein vom primär zu zerstäubenden Material unterschiedliches Material in Form von Drähten, Bändern, Folien oder einer dünnen Schicht vorgesehen ist.

28. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch das primär zu zerstäubende Material und ein von diesem optisch unterschiedlichen Material gebildet ist.
29. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das primär zu zerstäubende Material bevorzugterweise Reinaluminium ist oder aus einer auf Reinaluminiumbasis erschmolzenen, binären oder ternären Legierung besteht, dass die Unstetigkeitsstelle durch Kupfer, Gold, Messing oder Kupferbronze, an dem primär zu zerstäubenden Material anliegend, gebildet ist.
30. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle einerseits ein Material, das ein Nitrit, Karbonitrit und/oder ein Karbid mindestens eines der Metalle aus der Gruppe Ti, Zr, Hf, V, Ta und Nb enthält oder ein dielektrisches Material, wie ein Metalloxyd, z.B. Al_2O_3 , umfasst, vorzugsweise das zweite Material Reinaluminium ist oder eine auf Reinaluminiumbasis erschmolzene, binäre oder ternäre Legierung.
31. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle durch auf das primär zu zerstäubende Material aufgewalztes Material gebildet ist, dabei vorzugsweise das primär zu zerstäubende Material Reinaluminium oder eine auf Reinaluminiumbasis erschmolzene, binäre oder ternäre Legierung ist.

32. Targetkörper nach einem der Ansprüche 22 bis 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Unstetigkeitsstelle einerseits durch das primär zu zerstäubende Material, anderseits durch ein weiteres, durch Vakuumaufdampfen, Kathodenzerstäuben oder galvanische Abscheidung aufgebrachtes Material gebildet ist.

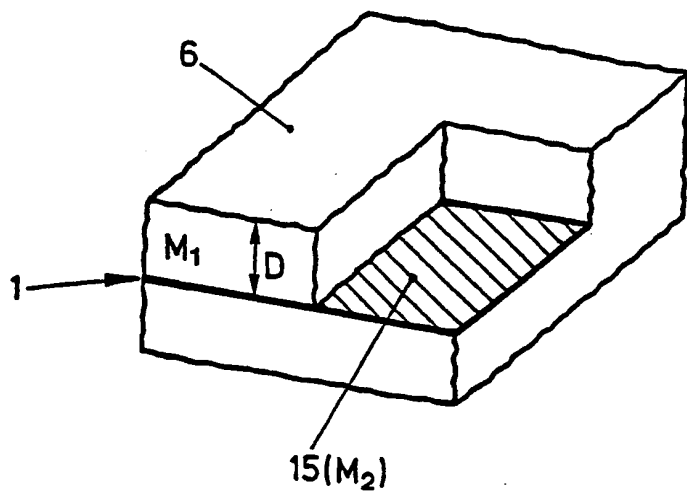
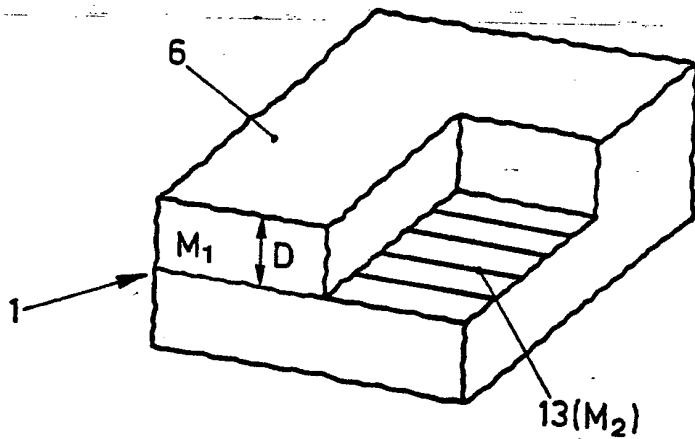
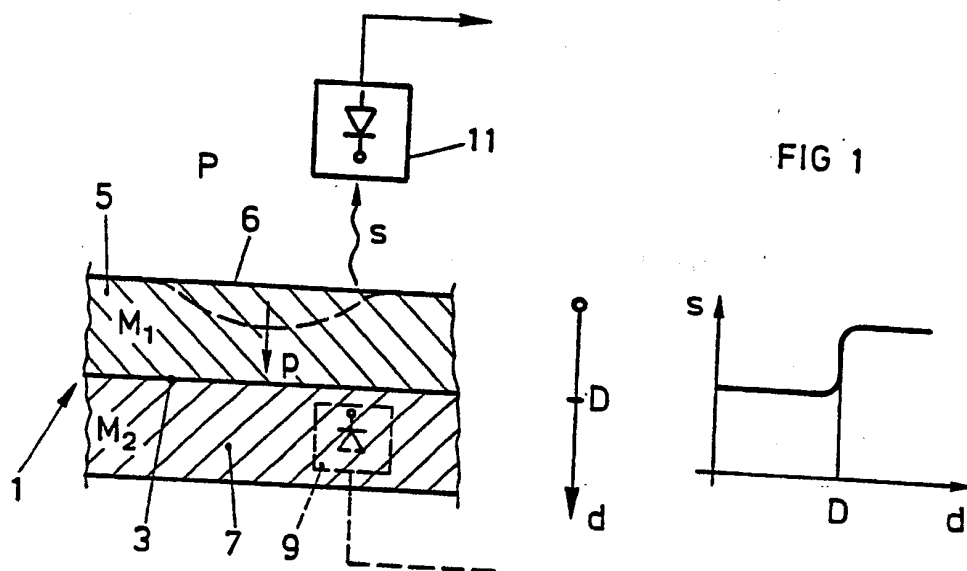
33. Verfahren zur Herstellung eines Targetkörpers mit einer Festkörper-Unstetigkeitsstelle unterhalb der Neuzerstäubungsfläche zur Anzeige, während des Prozesses, wenn die Targetkörpererosion eine vorgegebene Tiefe erreicht, dadurch gekennzeichnet, dass auf eine Platte des primär zu zerstäubenden Materials, wie und insbesondere aus Reinaluminium oder aus einer auf Reinaluminiumbasis erschmolzenen, binären oder ternären Legierung, ein weiteres Material, wie Kupfer, Gold, Messing oder Kupferbronze durch Aufwalzen aufgebracht wird.

34. Verfahren zur Herstellung eines Targetkörpers für einen Kathodenzerstäubungsprozess mit eingebauter Prozessabschaltung, dadurch gekennzeichnet, dass ein Prozessfremdgas, wie CO_2 oder Helium, im Targetkörper gekapselt wird, bevorzugterweise in gefrorenem Zustand.

35. Kathodenzerstäubungsanlage, bei der nach dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21 eine Ueberwachung der Targetkörpererosionstiefe erfolgt.

36. Kathodenzerstäubungsanlage mit einem Targetkörper nach einem der Ansprüche 23 bis 32.

1/3



2/3

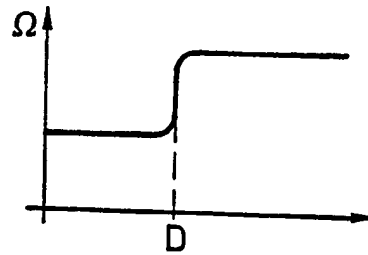
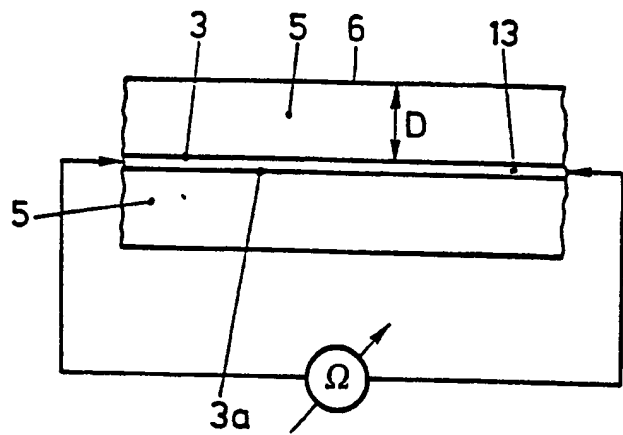


FIG. 4

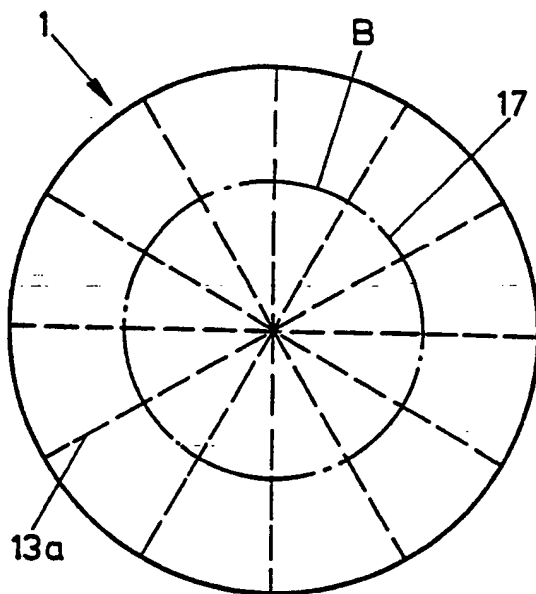


FIG. 5

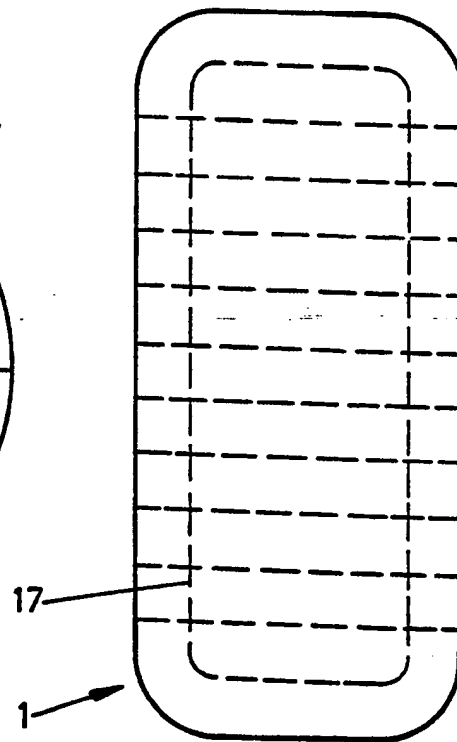


FIG. 6

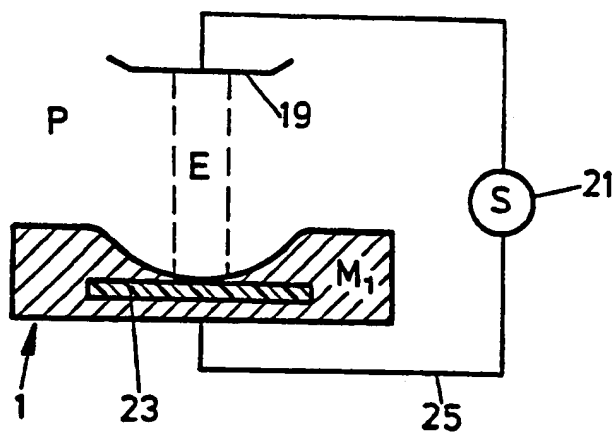
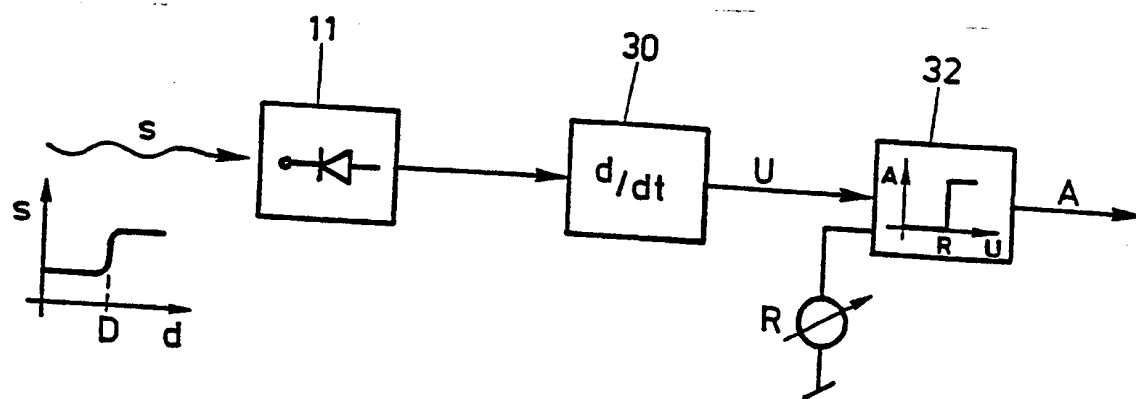
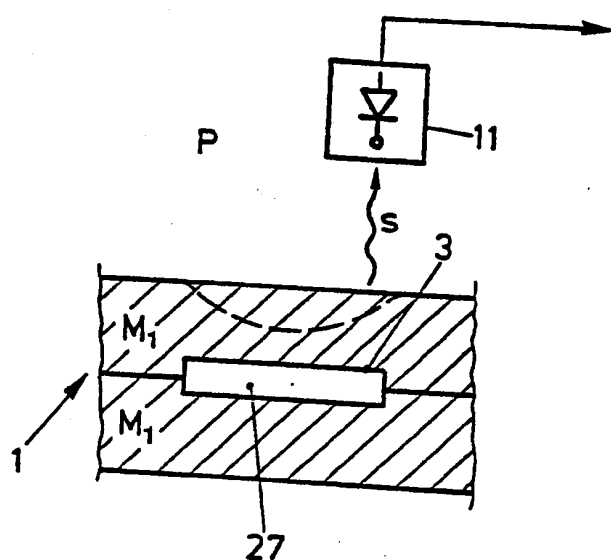


FIG. 7

3/3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/CH 90/00073

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ⁵ : H 01 J 37/34																							
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Minimum Documentation Searched ⁷</div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%; border-bottom: 1px solid black;">Classification System</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl.⁵:</td> <td style="padding: 5px;">H 01 J 37/00, C 23 C 14/00</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ⁵ :	H 01 J 37/00, C 23 C 14/00																	
Classification System	Classification Symbols																						
Int.Cl. ⁵ :	H 01 J 37/00, C 23 C 14/00																						
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT * <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 10%; border-bottom: 1px solid black;">Category *</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²</th> <th style="width: 15%; border-bottom: 1px solid black;">Relevant to Claim No. ¹³</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">X</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 4545882 (McKELVEY) 8 October 1985 see figures 3,7; column 1, lines 19-29; column 2, lines 42-59, line 65 - column 3, lines 4, 52-56; column 4, lines 34-43; column 5, lines 8-27; column 7, line 56 - column 8, line 28</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1,8,10, 12-14,22, 27,28,35,36</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">--</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2-4, 23, 24, 5, 6, 25, 7</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">EP, A, 0256216 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 24 February 1988, see figures 1-3; abstract; page 3, lines 14-17</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2-4, 23, 24</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">US, A, 4374722 (ZEGA) 22 February 1983, see figure 1; column 1, lines 18-24; column 2, lines 21-24, 28-36; column 3, lines 17-39; column 9, lines 15-31; column 10, lines 3-10, 32-45</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">5, 6, 25</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">(cited in the application)</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">18, 34</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">32nd Electronic Components Conference, 10-12 May 1982, San Diego, California, IEEE, (US) G. Dybwad: "Plasma etching of Ta₂N resistor film on Al₂C₃ ceramic</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">7 ./.</td> </tr> </table> <div style="font-size: small; padding: 5px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"Δ" document member of the same patent family</p> </div> </div> </div>			Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³	X	US, A, 4545882 (McKELVEY) 8 October 1985 see figures 3,7; column 1, lines 19-29; column 2, lines 42-59, line 65 - column 3, lines 4, 52-56; column 4, lines 34-43; column 5, lines 8-27; column 7, line 56 - column 8, line 28	1,8,10, 12-14,22, 27,28,35,36	Y	--	2-4, 23, 24, 5, 6, 25, 7	Y	EP, A, 0256216 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 24 February 1988, see figures 1-3; abstract; page 3, lines 14-17	2-4, 23, 24	Y	US, A, 4374722 (ZEGA) 22 February 1983, see figure 1; column 1, lines 18-24; column 2, lines 21-24, 28-36; column 3, lines 17-39; column 9, lines 15-31; column 10, lines 3-10, 32-45	5, 6, 25	A	(cited in the application)	18, 34	Y	32nd Electronic Components Conference, 10-12 May 1982, San Diego, California, IEEE, (US) G. Dybwad: "Plasma etching of Ta ₂ N resistor film on Al ₂ C ₃ ceramic	7 ./.
Category *	Citation of Document, ¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹²	Relevant to Claim No. ¹³																					
X	US, A, 4545882 (McKELVEY) 8 October 1985 see figures 3,7; column 1, lines 19-29; column 2, lines 42-59, line 65 - column 3, lines 4, 52-56; column 4, lines 34-43; column 5, lines 8-27; column 7, line 56 - column 8, line 28	1,8,10, 12-14,22, 27,28,35,36																					
Y	--	2-4, 23, 24, 5, 6, 25, 7																					
Y	EP, A, 0256216 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 24 February 1988, see figures 1-3; abstract; page 3, lines 14-17	2-4, 23, 24																					
Y	US, A, 4374722 (ZEGA) 22 February 1983, see figure 1; column 1, lines 18-24; column 2, lines 21-24, 28-36; column 3, lines 17-39; column 9, lines 15-31; column 10, lines 3-10, 32-45	5, 6, 25																					
A	(cited in the application)	18, 34																					
Y	32nd Electronic Components Conference, 10-12 May 1982, San Diego, California, IEEE, (US) G. Dybwad: "Plasma etching of Ta ₂ N resistor film on Al ₂ C ₃ ceramic	7 ./.																					
IV. CERTIFICATION <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of the Actual Completion of the International Search</td> <td style="width: 50%; border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Date of Mailing of this International Search Report</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">5 June 1990 (05.06.90)</td> <td style="padding: 5px;">2 July 1990 (02.07.90)</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">International Searching Authority</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; padding: 5px;">Signature of Authorized Officer</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">European Patent Offices</td> <td></td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report	5 June 1990 (05.06.90)	2 July 1990 (02.07.90)	International Searching Authority	Signature of Authorized Officer	European Patent Offices														
Date of the Actual Completion of the International Search	Date of Mailing of this International Search Report																						
5 June 1990 (05.06.90)	2 July 1990 (02.07.90)																						
International Searching Authority	Signature of Authorized Officer																						
European Patent Offices																							

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 1985)

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)

Category *	Citation of Document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No
------------	--	----------------------

	substrates using a reflectometer end of etch detector", pages 527-529, see figure 3; page 528	
--	---	--

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

CH 9000073
SA 34979

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 22/06/90. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 4545882	08-10-85	None	
EP-A- 0256216	24-02-88	US-A- 4675072	23-06-87
		JP-A- 63006845	12-01-88
US-A- 4374722	22-02-83	EP-A, B 0046154	24-02-82
		AT-T- E10512	15-12-84
		CA-A- 1164409	27-03-84
		JP-A- 57114662	16-07-82

EPO FORM P0479

For more details about this annex : see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/CH 90/00073

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)⁶
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC
Int.Cl.⁵ H 01 J 37/34

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Klassifikationssystem	Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷
Int.Cl. ⁵	Klassifikationssymbole
	H 01 J 37/00, C 23 C 14/00

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen⁸

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁹

Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	US, A, 4545882 (McKELVEY) 8. Oktober 1985 siehe Figuren 3,7; Spalte 1, Zeilen 19-29; Spalte 2, Zeilen 42-59, Zeile 65 - Spalte 3, Zeilen 4,52-56; Spalte 4, Zeilen 34-43; Spalte 5, Zeilen 8-27; Spalte 7, Zeile 56 - Spalte 8, Zeile 28	1,8,10, 12-14,22, 27,28,35, 36
Y	--	2-4,23,24, 5,6,25, 7
Y	EP, A, 0256216 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 24. Februar 1988 siehe Figuren 1-3; Zusammenfassung; Seite 3, Zeilen 14-17	2-4,23,24
	--	

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche
5. Juni 1990

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
- 2. 07 90

Internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt

Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten

M. Peis

M. PEIS

III.EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US, A, 4374722 (ZEGA) 22. Februar 1983 siehe Figur 1; Spalte 1, Zeilen 18-24; Spalte 2, Zeilen 21-24, 28-36; Spalte 3, Zeilen 17-39; Spalte 9, Zeilen 15-31; Spalte 10, Zeilen 3-10, 32-45	5, 6, 25
A	(in der Anmeldung erwähnt) --	18, 34
Y	32nd Electronic Components Conference, 10.-12. Mai 1982, San Diego, California, IEEE, (US) G. Dybwad: "Plasma etching of Ta ₂ N resistor film on Al ₂ C ₃ ceramic substrates using a reflectometer end of etch detector", Seiten 527-529, siehe Figur 3; Seite 528 -----	7

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

CH 9000073
SA 34979

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 22/06/90
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 4545882	08-10-85	Keine	
EP-A- 0256216	24-02-88	US-A- 4675072	23-06-87
		JP-A- 63006845	12-01-88
US-A- 4374722	22-02-83	EP-A,B 0046154	24-02-82
		AT-T- E10512	15-12-84
		CA-A- 1164409	27-03-84
		JP-A- 57114662	16-07-82

EPO FORM P0073

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)